

BRABBELEN BIJ DOVE KINDEREN NA COCHLEAIRE IMPLANTATIE: ONDERZOEK NAAR DE SEGMENTELE EN SYLLABISCHE KENMERKEN

K. Schauwers^{*°}, S. Gillis^{*}, P. Govaerts[°]

^{*} CNTS – Departement Taalkunde, Universiteit Antwerpen, Antwerpen
[°] De Oorgroep, Antwerpen-Deurne

De kenmerken van prelexicaal brabbelen bij 10 congenitaal slechthorende kinderen die een cochleaire implant (CI) kregen tussen 5 en 20 maanden oud, werden vergeleken met die van horende kinderen. Op basis van transcripties van maandelijks spontane taalstalen werden de segmentele, intrasyllabische, en intersyllabische kenmerken van hun brabbelen onderzocht. De resultaten toonden aan dat de kinderen met cochleaire implant (in dit artikel verder vernoemd als "CI kinderen") niet verschilden van de horende kinderen in de segmentele inhoud van brabbelen: beide groepen produceerden bij voorkeur coronale en labiale consonanten (articulatieplaats) en oclusieven en halfvocalen (articulatiewijze). Middenvocalen met een centrale of voorarticulatie bleken de dominante vocaaltypes te zijn in beide groepen. Eveneens op het intrasyllabische niveau werden geen verschillen gevonden tussen de CI en de horende kinderen: de combinaties van coronale consonanten met voorvocalen en van labiale consonanten met achtervocalen kwamen significant meer voor dan andere CV combinaties in beide groepen. Bovendien produceerden de kinderen significant minder coronaal-achter en labiaal-voor combinaties dan andere CV combinaties. De studie toonde wel een verschil aan tussen de CI kinderen en de horende kinderen op vlak van de intersyllabische kenmerken van hun brabbelen. De CI kinderen verkozen namelijk simplicitéit boven complexiteit op vlak van C en/of V variatie binnen CVCV uitingen in vergelijking met horende kinderen.

KEYWORDS

Cochleaire implantatie, spraak- en taalontwikkeling, brabbelen

INLEIDING

Nog niet zo lang geleden werd cochleaire implantatie enkel uitgevoerd bij dove volwassenen en jongeren, maar in tussentijd is de leeftijdsgrens voor cochleaire implantatie systematisch gedaald tot twee jaar en zelfs lager. Een toenemend aantal studies vindt namelijk aanwijzingen dat de leeftijd van implantatie een kritische factor is in postoperatieve resultaten op vlak van spraakperceptie en taalontwikkeling (o.a. Hehar et al., 2002; Rubinstein, 2002; Govaerts et al., 2002). De implementatie van universele neonatale gehoorscreening maakt het

bovendien mogelijk congenitaal gehoorverlies onmiddellijk na de geboorte te identificeren en bijgevolg snel in te grijpen. Cochleaire implantatie vóór de leeftijd van twee jaar of zelfs één jaar betekent auditieve stimulatie en interventie binnen de vroegste stadia van taalverwerving, namelijk op een leeftijd waarop het kind nog geen conventionele woorden gebruikt (de prelexicale periode).

Het inzicht in de prelexicale spraakontwikkeling bij horende kinderen is enorm toegenomen in de laatste 20 jaar. Uit studies blijkt dat de prelexicale ontwikkeling een aantal hiërarchisch opgebouwde stadia doorloopt vanaf de geboorte tot het verschijnen van de eerste woorden, en dat het stadium van het canoniek brabbelen (d.i. herhaalde CV combinaties) (waarvan het begin wordt gesitueerd tussen 6 en 10 maanden oud) één van de belangrijkste mijlpalen is binnen die prelexicale ontwikkeling (o.a. Koopmans-Van Beinum & Van der Stelt, 1986; Oller, 1986; Stark, 1986; Roug et al., 1989). Brab-

belen wordt gedefinieerd als de productie van consonant (C) - vocaal (V) sequenties en toont aan dat kinderen nu in staat zijn volwaardig fonetische syllaben te produceren als basis voor latere woordproductie (Oller & Eilers, 1988).

Uit vergelijking van studies bij kinderen met een verschillende taalachtergrond blijkt dat de segmentele inhoud van brabbelen als relatief universeel kan worden beschouwd (zie Schauwers, 2006 voor een overzicht van deze studies). De consonanten bestaan voornamelijk uit coronalen en labialen wat betreft articulatieplaats en voornamelijk uit oclusieven wat betreft articulatiwijze. Fricatieven en liquidae komen weinig voor in brabbelen. Vocalen situeren zich voornamelijk in het linker-onder kwadrant van de klinker-'driehoek', met name lage en midden voorvocalen en centrale vocalen. Hoge vocalen worden zelden geproduceerd in prelexicale vocalisaties. Tabel 1 geeft een overzicht van de classificatie van Nederlandse consonanten en vocalen (in SAMPA transcriptie, zie www.phon.ucl.ac.uk/home/sampa/home.htm).

Wanneer deze Cs en Vs gecombineerd worden tot CV syllaben, zouden kinderen voorkeur hebben om een labiale C te combineren met een centrale V (bijv. /ma:/), een coronale C met een voorV (bijv. /ti/), en een dorsale C met een achterV (bijv. /ko:/) (Macneilage & Davis, 1990). Op intersyllabisch niveau zijn onderzoekers het erover eens dat kinderen zowel gereduplicateerde CVCV sequenties (i.e. Cs en Vs van beide syllaben zijn identiek) als gevarieerde CVCV sequenties (i.e. beide syllaben verschillen van elkaar in Cs en/of Vs) produceren van bij de start van brabbelen in plaats van door twee opeenvolgende stadia van reduplicatie en dan variatie te gaan (Smith et al., 1989; Mitchell & Kent, 1990; Elbers, 1982). Macneilage & Davis (1990)

vonden een voorkeur voor variatie in articulatieplaats voor zowel de Cs als voor de Vs.

Brabbelen bij dove kinderen met een CI is een nog relatief onbekend terrein gezien de prille ontwikkeling van cochleaire implantatie in het eerste en tweede levensjaar. Recente studies wijzen erop dat CI kinderen geïmplantieerd vóór hun tweede verjaardag beginnen te brabbelen binnen het halfjaar na implantatie (Schauwers et al., 2004; Colletti et al., 2005; Kishon-Rabin et al., 2005). Bovendien vertonen ze in hun vocalisaties een verschuiving in productie van voornamelijk labiale nasalen vóór implantatie naar voornamelijk labiale en coronale oclusieven na implantatie (Ertmer & Mellon, 2001; Ertmer et al., 2002), in tegenstelling tot dove kinderen die hoofdzakelijk labiale nasalen (/m/) blijven produceren. Maar het blijft moeilijk eenduidige conclusies te trekken uit CI studies, vooral omdat CI kinderen een zeer heterogene groep vormen met soms grote verschillen in audiologische en/of educationele variabelen, zoals detectieleeftijd, type van doofheid, implantatieleeftijd, communicatiwijze, hoeveelheid taaltherapie vóór en na implantatie, enz. Bovendien vereist de studie van een kind in ontwikkeling een longitudinale en vergelijkende studieopzet. Jammer genoeg zijn longitudinale cohortstudies (d.i. studies waarin, bij een homogene groep subjecten, geselecteerd op gemeenschappelijke kenmerken, verschillende metingen in de tijd uitgevoerd worden met hetzelfde meetinstrument om de mogelijke effecten van een bepaalde factor te kunnen meten) zeer tijdrovend, en bijgevolg beschrijven de meeste longitudinale studies slechts één geval of worden ze gekenmerkt door korte follow-up periodes of lange intervallen tussen opeenvolgende metingen.

Met dit onderzoek willen we een unieke bijdrage

Consonanten	Coronaal	Labiaal	Dorsaal
Oclusief	/t/ /d/	/p/ /b/	/k/
Nasaal	/n/	/m/	/ŋ/
Halfvocaal	/j/	/w/	
Fricatief	/s/ /z/ /ʃ/ /ʒ/	/f/ /v/	/x/ /ʒ/
Liquida	/r/ /l/		
Vocalen	Voor	Centraal	Achter
Hoog	/i/ /y/		/u/
Midden	/ɪ/ /ɛ/ /e:/ /ʏ/ /ɜ:/	/ə/	/o:/ /ɔ/
Laag		/a:/	/ɑ/

Tabel 1: Classificatie van de Nederlandse consonanten en vocalen (in SAMPA)

leveren tot de studie van de prelexicale spraakontwikkeling bij CI kinderen. Tien congenitaal dove kinderen, geïmplanteerd tussen 5 en 20 maanden oud, werden longitudinaal en gedetailleerd onderzocht op vlak van de segmentele, intrasyllabische en intersyllabische kenmerken van hun brabbelen en dit in vergelijking met het brabbelen in een controlegroep van tien horende kinderen. Hierbij werden variabelen als detectieleeftijd, gehoordrempel vóór implantatie, leeftijd bij het aanpassen van conventionele versterking, communicatiewijze, taalachtergrond, ... zo constant mogelijk gehouden.

MATERIAAL EN METHODE

Proefpersonen

Voor deze studie werden tien congenitaal dove kinderen van horende ouders geselecteerd op basis van leeftijd van implantatie (nl. in eerste of tweede levensjaar) en bereidwilligheid van de ouders om deel te nemen aan dit onderzoek. Tabel 2 geeft een overzicht van de auditieve gegevens van deze kinderen. Bij alle kinderen werd bij neonatale screening in de eerste levensweken en tonale audiometrie in de daaropvolgende maanden een gemiddeld perceptief gehoorverlies (of Fletcher-index, zijnde het gemiddelde gehoorverlies op de frequenties 500,

1000 en 2000 Hz) gemeten van meer dan 90 dBHL in het beste oor. In 7 van de 10 gevallen bleek de oorzaak genetisch bepaald te zijn (nl. een mutatie in het connexine-26 gen). Binnen 1 tot 5 maanden na detectie van het gehoorverlies kregen de kinderen bilaterale hoortoestellen aangepast. Ondanks deze vroege interventie werd er geen auditieve vooruitgang geboekt. De gehoordrempels bleven ver onder het spraakgebied liggen (wat het gebied is tussen 15 en 55 dBHL). Slechts één kind bereikte met zijn hoortoestellen een gemiddelde drempel van 47 dBHL. Op de Auditory Speech Sound Evaluation test (A\$E®; Govaerts et al., 2006; Daemers et al., 2006) was geen van de kinderen in staat een set van spraakklankcontrasten te discrimineren. Alle kinderen werden geïmplanteerd met de Nucleus®-24 cochleaire implant (Cochlear corp, Sydney, Australië) tussen 5 en 20 maanden oud. Alle ouders kozen voor een orale opvoeding (met beperkte ondersteuning van gebaren bij 6 gezinnen).

De controlegroep bestond uit tien horende kinderen (namelijk een "pass" op de ALGO-gehoorscreeningstest, d.w.z. normaal gehoor, in de eerste levensweken) van horende ouders (i.e. de "NH" kinderen). Deze groep werd gevolgd tijdens de brabbelperiode (zie verder) vanaf 6 maanden oud. Eén gezin besloot niet meer deel te nemen aan de studie wanneer het kind 11 maanden oud was wegens tijdsgebrek.

kinderen	Fletcher zonder HT	Leeftijd HT	Fletcher met HT	Fletcher met CI	leeftijd CI	leeftijd activatie CI
RX	117	0;4.0	107	43	0;5.5	0;6.4
AN	120	0;1.4	120	30	0;6.21	0;7.20
A	103	0;5.8	63	32	0;8.21	0;9.21
MI	120	0;1.21	107	43	0;8.23	0;9.20
EM	115	0;1.18	113	33	0;10.0	0;11.20
RB	91 ↓ 117	0;3.6	45 ↓ 115	43	1;1.7	1;2.4
AM	120	0;9.3	120	47	1;1.15	1;2.27
KL	93	0;4.24	47	35	1;4.27	1;5.27
JO	113	0;10.0	117	42	1;6.5	1;7.9
TE	112	0;2.0	58	52	1;7.14	1;9.4

Fletcher index: gemiddeld gehoorverlies op 500-1000-2000 Hz, binauraal getest in vrijveld, bij geen respons op 120 dBHL, werd dit genoteerd als "120"; HT: conventionele hoortoestellen; ↓: progressief gehoorverlies
Tabel 2: Overzicht van de audiologische gegevens van de CI kinderen

Dataverzameling en transcriptie

Vanaf 1 maand na activatie van de inplant werd van de kinderen maandelijks een video-opname gemaakt in de thuissituatie. Zes van de 10 CI kinderen werden ook 1 maand vóór implantatie gefilmd. De controlegroep van horende kinderen werd op dezelfde manier gevolgd (vanaf chronologische leeftijd 6-8 maanden). Elke opname duurde 60 à 80 minuten, en was bedoeld als een ongestructureerde observatiesessie waarbij er naar gestreefd werd communicatie tussen het kind en de volwassene (meestal de moeder) zo natuurlijk en spontaan mogelijk te houden. De opnames werden gemaakt met een digitale videocamera van het type Panasonic NVGS3 uitgerust met een zoommicrofoon.

Uit elke maandelijkse opname werden 20 minuten geselecteerd met voldoende interactie tussen ouder en kind. Deze selecties werden getranscribeerd volgens de CHAT conventies van CHILDES (MacWhinney, 2000). De uitingen van de volwassene werden orthografisch getranscribeerd. Wat betreft de uitingen van het kind werd er een onderscheid gemaakt tussen prelexicale en lexicale vocalisaties. Lexicale items werden zowel orthografisch neergeschreven (i.e. het volwassen modelwoord) als ook fonemisch (i.e. productie van het modelwoord door het kind a.d.h.v. fonetische codes). Elke niet-vegetatieve prelexicale vocalisatie (dus met uitsluiting van vocalisaties die 'veroorzaakt' worden door ademhaling, spijsvertering, ... zoals geeuwen, niezen, hoesten, ...) werd in de transcripties voorzien van een code. Deze codes zijn gebaseerd op het AMSTI-VOC-systeem voorgesteld door Koopmans-Van Beinum & Van der Stelt (1986), dat gebaseerd is op een sensomotorische beschrijving van de spraakproductie. Volgens dit systeem (uitvoeriger beschreven in Schauwers et al., 2004) werden vocalisaties op basis van twee parameters getranscribeerd, nl. fonatie (bewegingen van de larynx) en articulatie (bewegingen van de mondkeelbuis). Elke uiting werd vervolgens opgebroken in een sequentie van consonanten (C) en vocalen (V), waarbij de kenmerken van elk segment werden gedefinieerd in termen van articulatieplaats en -wijze voor de Cs en in termen van articulatieplaats en -hoogte voor de Vs.

De bestudeerde leeftijdsperiode

Voor alle kinderen (zowel CI als normaal horende (NH)) startte de brabbelanalyse vanaf de sessie bij het begin van brabbelen en eindigde bij de sessie

waarin het kind minstens 10 woordtypes produceerde (bepaald volgens de criteria voorgesteld door Vihman & McCune, 1994). In het vervolg van dit artikel wordt naar deze leeftijdsperiode gerefereerd als de brabbelperiode. Deze brabbelperiode werd opgedeeld in opeenvolgende intervallen van 3 maanden voor de analyses. Deze kwartaalperiodes werden voorgesteld als: T1 = de eerste 3 maanden van brabbelen, T2 = de volgende 3 maanden van brabbelen, enz. tot de laatste sessie van de brabbelperiode met een maximum van 4 kwartalen.

Het begin van brabbelen bij deze groep van CI kinderen en NH kinderen werd reeds gerapporteerd in Schauwers et al. (2004). De horende kinderen begonnen te brabbelen tussen 6 en 8 maanden oud, en de CI kinderen tussen 8 en 21 maanden oud (of tussen 1 en 4 maanden na implantatie). De eerste 10 woordtypes werden geproduceerd tussen 17 en 26 maanden oud bij de CI kinderen en tussen 14 en 20 maanden oud bij de NH kinderen.

Data analyse

Segmentele kenmerken

Om een segmentele inventaris te maken van het brabbelen van de kinderen, werden alle prelexicale (niet-vegetatieve) uitingen met minstens één CV of VC syllabe geselecteerd. De consonantachtige segmenten werden gegroepeerd met betrekking tot articulatieplaats in coronalen, labialen en dorsalen, en met betrekking tot articulatiwijze in oclusieven, nasalen, halfvocalen, fricatieven en liquidae (zie Tabel 1). Vocalen werden gegroepeerd in voor, centraal en achter wat betreft articulatieplaats en in hoog, midden en laag wat betreft articulatiehoogte (zie Tabel 1). Een totaal van 19628 Cs en 20819 Vs werden geanalyseerd volgens dit systeem in de NH groep, en in de CI groep waren dit 13524 Cs en 14896 Vs.

Intrasyllabische kenmerken

In totaal werden 14918 en 11921 CV syllaben in respectievelijk de NH groep en de CI groep geanalyseerd met betrekking tot de intrasyllabische CV patronen. Elke CV syllabe werd namelijk gecodeerd in termen van articulatieplaats van de Cs (coronaal, labiaal, dorsaal) en van de Vs (voor, centraal, achter), wat resulteerde in 9 mogelijke CV combinaties. Om uit te zoeken of een bepaalde CV combinatie predominant was binnen een groep, werd voor elke CV combinatie de werkelijke prevalentie vergeleken met de 'verwachte prevalentie'.

De verwachte prevalentie werd berekend op basis van de totale frequenties van de individuele Cs en Vs in het corpus. Deze waarde representeerde de prevalentie waarmee een specifieke CV combinatie zou voorkomen indien de C en V werden gecombineerd zonder voorkeur of m.a.w. willekeurig ('ad random'). In het geval dat het kind een bepaalde CV combinatie wel met voorkeur zou produceren (in vergelijking met andere CV combinaties), zou de werkelijke (of geobserveerde) prevalentie van deze CV combinatie groter zijn dan de verwachte prevalentie (m.a.w. een ratio geobserveerde/verwachte prevalentie van meer dan 1.0). Analytische statistiek werd aangewend om te verifiëren of de geobserveerde prevalentie van elke CV combinatie significant verschilde van zijn verwachte prevalentie (binomiale statistiek, zie Schauwers, 2006). Er werd dus m.a.w. gekeken of de ratio geobserveerde/verwachte prevalentie significant verschilde van 1.0 voor elke CV combinatie.

Intersyllabische kenmerken

In de analyse van intersyllabische patronen werd bekeken hoe Cs en Vs varieerden over opeenvolgende syllaben heen. Hiervoor werden alle mogelijke paren van opeenvolgende CV syllaben geselecteerd in het CI corpus (N=6075) en in het NH corpus (N=5237). In uitingen met meer dan twee CV syllaben werd elke syllabe, behalve de eerste en de laatste, tweemaal geanalyseerd: een keer als de eerste van twee syllaben en een keer als tweede van twee syllaben. Indien de twee syllaben van een CVCV paar identiek waren, werd de sequentie 'gereduplicateerd' genoemd. Een 'gevarieerde' sequentie werd gedefinieerd als een CVCV sequentie waarin de Cs en/of de Vs verschillend waren van elkaar wat betreft articulatieplaats en/of -wijze voor de Cs en wat betreft articulatieplaats en/of -hoogte voor de Vs. Er werd geen rekening gehouden met verschillen in stemhebbendheid bij Cs.

De overeenkomst tussen transcribenten in het classificeren van de Cs en Vs in de verschillende categorieën werd berekend a.d.h.v. de kappa score en het percentage overeenkomst. Hiervoor werd 10% van alle materiaal door twee ervaren transcribenten onafhankelijk van elkaar gehertranscribeerd. De gemiddelde kappa score en het gemiddelde percentage overeenkomst resulteerde respectievelijk in: 0.75 en 82.9% voor C articulatieplaats, 0.79 en 85.7% voor C articulatiewijze, 0.60 en 73.5% voor V articulatieplaats, en 0.69 en 84.4% voor V articu-

latiehoogte. Deze kappa scores vallen onder "substantial agreement" volgens de classificatie van Landis & Koch (1977).

RESULTATEN

Segmentele kenmerken

Consonanten: articulatieplaats

Zowel de NH als de CI kinderen bleken voornamelijk coronalen en labialen te produceren tijdens hun brabbelperiode. Tabel 3 toont dat de proportie labialen eerder afnam en de proportie coronalen toenam in de tijd, maar deze trends waren niet statistisch significant. Dorsalen werden zelden geproduceerd in beide groepen. Er werden geen statistisch significante verschillen gevonden tussen de NH en de CI kinderen in de proporties van de drie C types ($p > .05$ volgens Mann-Whitney U testen).

Consonanten: articulatiewijze

Oclusieven en halfvocalen waren de dominante C types in articulatiewijze tijdens de gehele brabbelperiode van zowel de NH als de CI kinderen. Zoals Tabel 3 toont, produceerden de NH kinderen bij voorkeur oclusieven in de vier kwartaalintervallen, gevolgd door halfvocalen, nasalen, fricatieven en liquidae. Dezelfde volgorde van voorkeur werd gevonden bij de CI kinderen, behalve op T1 waarin er wat meer halfvocalen dan oclusieven werden geproduceerd. De Mann-Whitney U testen toonden enkel een significant verschil aan tussen de NH en CI groep in de proportie liquidae ($p < .01$).

Vocalen: articulatieplaats

In de NH groep werden voorvocalen en centrale vocalen meer geproduceerd dan achtervocalen in de vier brabbelperioden (Tabel 3). In de CI groep werden geen duidelijke voorkeurspatronen gevonden. De CI kinderen verschilden niet van de NH kinderen in hun proporties van de drie V types, zoals getest met de Mann-Whitney U test.

Vocalen: articulatiehoogte

Tijdens heel de brabbelperiode bleken zowel de NH kinderen als de CI kinderen de midden vocalen het meest frequent te produceren, gevolgd door de lage vocalen (Tabel 3). Hoge vocalen verschenen slechts zeer sporadisch, met mediane percentages onder 10%. Ook voor deze V articulatiehoogte types wer-

			T1	T2	T3	T4
C art.plaats	NH	Coronalen	23% (25)	42% (16)	42% (23)	44% (9)
		Labialen	58% (26)	47% (15)	46% (17) 3	8% (8)
		Dorsalen	13% (12)	10% (5)	12% (12)	13% (13)
	CI	Coronalen	38% (24)	40% (46)	53% (40)	55% (49)
		Labialen	54% (34)	51% (49)	34% (53)	34% (20)
		Dorsalen	8% (14)	9% (9)	10% (29)	10% (31)
C art.wijze	NH	Oclusieven	33% (19)	48% (24)	41% (17)	45% (16)
		Nasalen	20% (22)	11% (10)	10% (25)	6% (19)
		Halfvocalen	22% (31)	27% (21)	32% (15)	27% (14)
		Fricatieven	6% (4)	5% (4)	12% (5)	10% (12)
		Liquidae	5% (5)	6% (7)	6% (5)	8% (8)
	CI	Oclusieven	27% (25)	54% (14)	56% (16)	74% (12)
		Nasalen	21% (33)	11% (21)	14% (12)	7% (12)
		Halfvocalen	31% (28)	24% (13)	20% (11)	13% (7)
		Fricatieven	5% (13)	4% (5)	6% (7)	4% (5)
		Liquidae	1% (4) *	0% (1) *	0% (0) *	1% (1) *
V art.plaats	NH	Voor	31% (23)	37% (23)	37% (12)	40% (5)
		Centraal	45% (18)	35% (13)	38% (10)	33% (16)
		Achter	23% (10)	24% (19)	28% (20)	24% (18)
	CI	Voor	38% (25)	24% (21)	35% (33)	43% (11)
		Centraal	38% (10)	39% (14)	29% (20)	31% (20)
		Achter	21% (19)	34% (19)	32% (15)	37% (19)
V art.hoogte	NH	Hoog	6% (5)	5% (7)	8% (7)	10% (12)
		Midden	60% (14)	56% (18)	62% (25)	64% (17)
		Laag	31% (14)	39% (24)	29% (21)	23% (7)
	CI	Hoog	3% (7)	7% (13)	5% (6)	4% (15)
		Midden	56% (22)	46% (17)	62% (27)	59% (18)
		Laag	35% (23)	38% (23)	31% (23)	25% (19)

Tabel 3: Percentages van voorkomen (medianen en interkwartielbereiken) van de C types (in articulatieplaats en -wijze) en V types (in articulatieplaats en -hoogte) in het brabbelen van de NH en CI kinderen van T1 tot T4. De * markeren significante verschillen in proporties tussen de NH groep en de CI groep ($p < .01$).

den geen statistisch significante verschillen gevonden tussen beide groepen van kinderen (volgens de Mann-Whitney U test).

Tijdseffect in de CI groep

Het effect van leeftijd van implantatie op de proporties van de verschillende C en V types werd onderzocht m.b.v. de nonparametrische Spearman Rank Correlation test. Dit resulteerde in een statistisch significante positieve correlatie ($p < .01$) tussen leeftijd van implantatie en de proportie labiale consonanten. M.a.w., de later-geïmplanteerde CI kinderen binnen onze studiegroep produceerden meer labialen dan de vroeger-geïmplanteerde CI kinderen.

Intrasyllabische kenmerken

Tabel 4 toont de verhoudingen (of ratio's) van de geobserveerde ten opzichte van de verwachte prevalentie van elke mogelijke CV combinatie (zie Methode) in de NH groep en de CI groep van brabbelkwartaal T1 tot T4. De rijen van elke matrix representeren de drie types van articulatieplaats van Cs, de kolommen representeren die van Vs. Wat opvalt is dat beide groepen de verschillende types van consonanten en vocalen willekeurig met elkaar combineerden in het eerste stadium van brabbelen (op T1). Er was namelijk geen enkele ratio statistisch significant op T1, behalve voor 1 CV combinatie in de CI groep: de CI kinderen produceerden coronale Cs liever in combinatie met voorvocalen

NH				CI			
	Voor	Centraal	Achter		Voor	Centraal	Achter
T1				T1			
Coronaal	1.1	1.0	1.0	Coronaal	1.5	0.7	0.6
Labiaal	1.0	1.0	1.1	Labiaal	0.6	1.1	1.6
Dorsaal	0.8	1.1	0.6	Dorsaal	0.9	1.5	0.0
T2				T2			
Coronaal	1.2	0.9	0.8	Coronaal	1.3	0.9	0.7
Labiaal	0.7	1.0	1.3	Labiaal	0.7	1.1	1.1
Dorsaal	1.2	1.2	0.7	Dorsaal	1.2	1.3	0.4
T3				T3			
Coronaal	1.3	1.0	0.7	Coronaal	1.4	0.9	0.5
Labiaal	0.7	1.0	1.3	Labiaal	0.5	1.1	1.6
Dorsaal	1.3	1.0	0.7	Dorsaal	1.0	0.9	1.1
T4				T4			
Coronaal	1.2	1.0	0.7	Coronaal	1.3	1.0	0.7
Labiaal	0.8	1.1	1.4	Labiaal	0.6	1.0	1.5
Dorsaal	1.2	1.1	0.8	Dorsaal	0.8	1.1	1.1

Tabel 4: CV combinatiepatronen in de NH groep en de CI groep van brabbelkwartaal T1 tot T4 (medianen). Zwarte velden markeren ratio's die significant hoger zijn dan 1.0, grijze velden markeren ratio's die significant lager zijn dan 1.0

dan met andere vocalen van bij het begin van hun brabbelen. Na de eerste drie brabbelmaanden verschenen vier significante CV patronen in het brabbelen van de NH kinderen: significant meer coronaal-voor en labiaal-achter combinaties werden geobserveerd dan verwacht en significant minder labiaal-voor en coronaal-achter combinaties werden geobserveerd dan verwacht. Deze 4 significante CV combinaties bleven bestaan tot in het laatste brabbelkwartaal T4. De CI kinderen begonnen dezelfde 4 significante CV combinaties te vertonen vanaf T3, wat één kwartaalinterval later was dan de NH kinderen. De hoger-dan-1.0 ratio's van coronaal-voor en labiaal-achter en de lager-dan-1.0 ratio's van labiaal-voor en coronaal-achter bleken ook al aanwezig te zijn vanaf T1 in de CI groep (en ook in mindere mate in de NH groep) maar nog niet statistisch significant. In beide groepen werden centrale vocalen eerder willekeurig gecombineerd met de drie C types, want hun ratio's werden nooit statistisch significant.

In de CI groep bleek er een effect van leeftijd van implantatie aanwezig te zijn: de later-geïmplanteerde CI kinderen bereikten de vier significante CV combinaties (zie Tabel 4) eerder in hun brabbelperiode dan de vroeger-geïmplanteerde CI kinderen.

Intersyllabische kenmerken

Voor de intersyllabische patronen werden de analyses uitgevoerd op de data van de gehele brabbelperiode in plaats van op de data ingedeeld in 4 brabbelkwartalen. Dit was gerechtvaardigd aangezien er geen longitudinale trends van T1 naar T4 werden gevonden. Bovendien maakte deze 'pooling' van de 4 brabbelkwartalen meer robuuste statistische analyses mogelijk.

Reduplicatie versus Variatie

Tabel 5 toont dat de NH kinderen meer gevarieerde dan gereduplicateerde brabbels produceerden (60% versus 40% respectievelijk), terwijl de CI kinderen een voorkeur vertoonden voor reduplicatie (55%). Mann-Whitney U testen toonden aan dat de CI kinderen statistisch significant minder gevarieerde (en dus meer gereduplicateerde) CVCV sequenties gebruikten dan de NH kinderen ($p < .01$).

Variatietypes

Bij het analyseren van de gevarieerde CVCV uitingen, bleek variatie in de vocalen meer voor te komen dan variatie in de consonanten in beide groepen van kinderen (Tabel 5). En hoewel er geen statistisch significant verschil gevonden werd, bleek deze voorkeur voor V variatie sterker aanwezig in de CI

groep dan in de NH groep (62% versus 54% respectievelijk). Beide groepen varieerden liever in consonanten OF vocalen dan in consonanten EN vocalen (of 'complexe' variatie), maar de proportie complexe variaties bleek statistisch significant lager te zijn ($p < .01$) in de CI groep (28%) dan in de NH groep (41%).

Types van C en V variatie

Zowel de NH als de CI kinderen vertoonden een duidelijke voorkeur voor variatie in articulatieplaats bij vocalen en voor variatie in articulatiwijze bij consonanten, zoals kan afgelezen worden in Tabel 5. De proportie complexe C variaties (i.e. in wijze EN plaats) bleek lager te zijn in de CI groep (25%) in vergelijking met de NH groep (35%), maar dit was geen statistisch significant verschil volgens de Mann-Whitney U test.

Tijdseffect in de CI groep

Er werd geen effect van leeftijd van implantatie gevonden op de proporties van de verschillende intersyllabische brabbelpatronen (volgens de Spearman Rank Correlation test).

DISCUSSIE

Deze studie beschreef brabbelen bij vroeg-geïmplanteerde dove kinderen met nadruk op de segmentele en syllabische kenmerken. Het is bekend dat dove kinderen vocaliseren zoals horende kinderen in de stadia vóór brabbelen (Oller et al., 1985).

Maar ze vertonen een substantiële achterstand in het verschijnen van canoniek brabbelen, of dit stadium wordt zelfs nooit bereikt (Oller & Eilers, 1988; Stoel-Gammon & Otomo, 1986). In een eerdere studie werd aangetoond dat cochleaire implantatie ervoor kon zorgen dat dove kinderen het brabbelstadium bereikten (Schauwers et al., 2004). In deze studie analyseerden we hun brabbelen gedetailleerd om te bekijken of de kwalitatieve kenmerken vergelijkbaar waren met die van horende kinderen.

Gelijkenissen en verschillen in brabbelkenmerken tussen CI kinderen en NH kinderen

Op het segmenteel niveau gebruikten beide groepen voornamelijk de coronale en labiale plaats van articulatie en de oclusieven wat betreft articulatiwijze voor de consonanten in hun brabbelen. Deze bevindingen zijn gelijkaardig met de voorkeuren die beschreven worden in de literatuur m.b.t. brabbelen in tal van linguïstische omgevingen (o.a. Vihman et al., 1986; Davis & Macneilage, 1995; Roug et al., 1989; Stoel-Gammon, 1985; Locke, 1983; Zink, 2005) en in studies m.b.t. de segmentele brabbelkenmerken bij CI kinderen (Ertmer & Mellon, 2001; Ertmer et al., 2002; McCaffrey et al., 1999). Onze CI kinderen produceerden wel significant minder liquidae dan de horende kinderen. Maar hierbij moeten we rekening houden met de zeer lage frequenties van dit type van consonanten bij zowel de CI als de NH kinderen. Met betrekking tot de vocalen vertoonde de CI groep opnieuw

		NH	CI
Reduplicatie		40% (9) *	55%
Variatie		60% (9)*	45% (6) *
	Vocaal	54% (10)	62% (12)
	Plaats	65% (3)	64% (13)
	Hoogte	35% (3)	36% (13)
	Plaats+Hoogte	36% (8)	31% (10)
	Consonant	46% (10)	38% (12)
	Wijze	58% (13)	63% (22)
	Plaats	42% (13)	37% (22)
	Wijze+Plaats	35% (17)	25% (8)
	V + C	41% (12) *	28% (14) *

Tabel 5: Percentages van voorkomen (medianen en interkwartielbereiken) van gereduplicateerde en gevarieerde CVCV sequenties en van de verschillende types van gevarieerde CVCV sequenties in de NH en CI groep gedurende de gehele brabbelperiode. * markeren significante verschillen in proporties tussen de NH groep en de CI groep ($p < .01$).

dezelfde verhoudingen als de NH groep: midden-voorvocalen en midden-centrale vocalen werden frequent geproduceerd, hoge vocalen niet. Algemeen kunnen we stellen dat de segmentele inhoud van het brabbelen van de CI kinderen niet verschilde van die van de horende kinderen. In de CI groep werd er een effect van leeftijd van implantatie gevonden op de proportie labialen: hoe later de implantatie, hoe meer labialen, m.a.w. hoe meer gelijkend op dove kinderen zonder enige vorm van auditieve versterking.

Op intrasyllabisch niveau vertoonden beide groepen dezelfde significante CV combinaties, namelijk meer coronaal-voor en labiaal-achter CV combinaties, en minder coronaal-achter en labiaal-voor CV combinaties. Deze resultaten zijn echter niet consistent met de bevindingen in de gevalstudie van McCaffrey et al. (1999): zij vonden een voorkeur voor enkel coronaal-voor en labiaal-centrale CV syllaben bij een doof kind die een CI kreeg op de leeftijd van 25 maanden. De sterke voorkeur voor de combinatie labiale C met dorsale V en de significant lagere prevalentie van de combinatie labiale C met frontale V die gevonden werden in onze CI en NH groepen, werden ook gevonden in de studie van ZINK (2005) bij vier (horende) Nederlandstalige kinderen tussen 8 en 12 maanden oud. Zoals latere analyses uitwezen, kon dit patroon (inclusief de twee andere significante CV combinaties) verklaard worden door het taalaanbod van de kinderen (Schauwers et al., in voorbereiding). In deze studie toonden onze analyses ook aan dat, na een periode van 'ad random' combineren van consonanten en vocalen in beide groepen, de CI kinderen trager bleken te zijn in het bereiken van het patroon van de vier significante CV combinaties dan de horende kinderen: de CI kinderen hadden minstens 6 maanden van brabbelervaring nodig om tot dit patroon te komen, de horende kinderen slechts 3 maanden. Deze achterstand in de CI groep leek gelinkt te zijn met de leeftijd van implantatie, want de kinderen die later geïmplanteerd werden, produceerden het intrasyllabisch patroon in een vroeger brabbelstadium dan vroegergeïmplanteerde kinderen. Deze bevinding suggereert dat de CI kinderen 'klaar waren' om de relevante CV combinaties te produceren, maar dat ze dit niet deden tot er voldoende (en waarschijnlijk hoogwaardige) auditieve input aanwezig was.

De enige significante verschillen tussen de CI groep en de NH groep werden gevonden op intersyllabisch niveau: de CI kinderen produceerden namelijk significant minder gevarieerde brabbeluitingen (in ver-

gelijking met reduplicatie) dan de horende kinderen. In de gevallen waarbij variatie gebruikt werd, vertoonden beide groepen voorkeur voor variatie in vocalen boven consonanten, maar deze voorkeur was sterker aanwezig in de CI groep. Bovendien gebruikten de CI kinderen beduidend minder complexe variaties dan de horende kinderen, wat zichtbaar was in de significant lagere proporties van variatie in zowel consonant- als vocaaltype. M.a.w., gedurende de hele brabbelperiode bleken de CI kinderen wel graag de kenmerken van hun vocalen te variëren, maar niet die van hun vocalen EN consonanten. Een mogelijke verklaring hiervoor kan gevonden worden in het feit dat vocalen een relatief hogere intensiteit en lagere frequentie hebben dan consonanten, en dus meer 'opvallen'. Dit kan tot gevolg hebben dat veranderingen in vocaalkenmerken meer hoorbaar zijn voor CI kinderen dan veranderingen in consonantkenmerken. Op een meer gedetailleerd niveau van variatie toonde onze studie aan dat zowel de NH als de CI kinderen liever varieerden in articulatieplaats dan in articulatiehoogte voor de vocalen, en liever in articulatiwijze dan in articulatieplaats voor de consonanten. Dit is vergelijkbaar met de bevindingen van McCaffrey et al. (1999). Opnieuw bleken de CI kinderen minder complexe variaties te maken dan de horende kinderen (namelijk minder variatie in C articulatiwijze EN C articulatieplaats), maar het verschil tussen de groepen was niet statistisch significant.

Als besluit kunnen we stellen dat er zo goed als geen verschillen in brabbelkenmerken konden gevonden worden tussen de CI kinderen en de horende kinderen op het niveau van de individuele segmenten en van CV syllaben. Enkel wanneer CV syllaben gecombineerd werden tot CVCV uitingen, gaven de CI kinderen voorkeur voor simpliciteit boven complexiteit in vergelijking met horende kinderen: ze produceerden meer gereduplicateerde uitingen, en in de meeste gevallen van variatie tussen de syllaben waren enkel de vocalen verschillend van elkaar.

Vergelijking met slechthorende kinderen zonder CI

Een belangrijk minpunt van deze studie is het gebrek aan een controlegroep van zwaar slechthorende kinderen die geen CI kregen, aangezien dergelijke groep een beter inzicht kan geven in verklaringen van bevindingen in de CI groep. Het bleek echter zeer moeilijk dergelijke controlegroep in Vlaanderen te vinden. Mede door de implementatie van neonatale gehoorscreening vanaf 1998 en ook

daardoor de zeer vroege cochleaire implantatie vanaf 1999, werd het zo goed als onmogelijk om een controlegroep samen te stellen van jonge zwaar slechthorende kinderen zonder CI, die met onze CI groep kon gematched worden (i.e. zonder bijkomende gezondheids- en/of ontwikkelingsproblemen).

Bij gebrek aan een eigen controlegroep, rapporteren we kort de resultaten van de analyses van prelexicale vocalisaties bij een groep van vijf Nederlandstalige zwaar slechthorende kinderen (afgekort als SH kinderen) uit de studie van Koopmans-Van Beinum et al. (2001). Hun data (afkomstig van maandelijkse audio-opnames van deze kinderen van 6 tot 18 maanden oud), bestaat uit 50 uitingen per kind per maand. Om de factor van linguïstische achtergrond van de transcribent, waarvan gekend is dat die de fonetisch codering beïnvloedt (Coussé et al., 2004), uit te schakelen, werden de uitingen gehertranscribeerd volgens dezelfde methode die we gebruikten voor onze CI en NH kinderen (zie Materiaal en Methode). Van deze transcripties was het mogelijk een totaal van 1500 consonanten en 1999 vocalen te coderen voor de segmentele analyses, en een totaal van 1066 CV syllaben te gebruiken voor de intrasyllabische analyses (wat wel substantieel minder was dan bij onze CI en NH groepen). Alle SH kinderen hadden een gemiddeld gehoorverlies van meer dan 90 dBHL in het beste oor. Vier van hen kregen conventionele hoortoestellen tussen 2 en 6,5 maanden oud. De gehoordrempels met hoortoestellen lagen tussen 55 en 65 dBHL voor drie SH kinderen, en één kind had geen residueel gehoor met zijn hoortoestellen.

De segmentele analyses toonden aan dat de mediane proporties van de verschillende C types sterk verschilden van die van de NH en CI groepen (Tabel 6). De SH kinderen produceerden substantieel meer dorsale Cs en duidelijk meer fricatieven.

Het was namelijk zo dat drie van de vijf SH kinderen een sterke voorkeur vertoonden voor de dorsale fricatieven /x/ en /G/, een fenomeen dat niet geobserveerd werd bij de CI en NH kinderen. Deze drie kinderen bleken diegenen te zijn met de slechtste gehoordrempels met hoortoestellen (i.e. 65 dBHL, geen winst, en geen hoortoestellen).

De verklaring voor deze voorkeur voor onzichtbare dorsale articulaties is echter onduidelijk. Clement (2004), die gelijkaardige resultaten bekwam in een groep van Nederlandstalige SH kinderen, verwees naar het gebrek aan ervaring met de omgevingstaal omwille van de slechthorendheid. Daarom zouden deze kinderen klanken blijven produceren die normaal gezien frequent in de eerste levensmaanden voorkomen, namelijk dorsale fricatieven en trilklanken (zoals NH kinderen). De consonanten bij de NH kinderen, en waarschijnlijk eveneens bij de CI kinderen, bleken beïnvloed te worden door de inputtaal, aangezien hun consonantinventaris geleidelijk aan minder dorsale fricatieven en meer coronale en labiale occlusieven en halfvocalen bevatte. Een andere verklaring kan gevonden worden in de kenmerken van brabbelen: NH kinderen vertonen de tendens segmenten in hun brabbelen te gebruiken die gemakkelijk te produceren zijn door de onderkaak te openen en te sluiten. Dit zijn typisch coronale en labiale occlusieven, halfvocalen en nasalen (zie ook Macneilage & Davis, 1990). Omdat geen van deze drie SH kinderen begonnen te brabbelen vóór de leeftijd van 18 maanden, was er voor hen geen reden om deze types van consonanten te gebruiken. Eén van de andere SH kinderen begon wel te brabbelen binnen de onderzoeksperiode, en dit kind vertoonde inderdaad een voorkeur voor coronale en labiale occlusieven, zoals zou verwacht worden voor een kind dat begint te brabbelen. Elk CI kind in onze stu-

CONSONANTEN	Plaats	Wijze
	Coronalen	Occlusieven
	Labialen	Nasalen
	Dorsalen	Halfvocalen
	Fricatieven	Liquidae
VOCALEN	Plaats	Hoogte
	Voor	Hoog
	Centraal	Midden
	Achter	Laag

Tabel 6: Percentages van voorkomen (medianen en interkwartielbereiken) van de verschillende C en V types in de prelexicale uitingen van 5 SH kinderen van 6 tot 18 maanden oud

die startte met brabbelen en gebruikte meer coronale en labiale occlusieven en halfvocalen dan dorsale consonanten. Wat betreft de vocaalkenmerken toonden de SH kinderen een sterkere voorkeur voor centrale middenvocalen dan de NH en CI kinderen, wat overeenkomt met resultaten uit literatuur met betrekking tot dove kinderen (Kent et al., 1987), en wat kan worden verklaard door de voor slechthorende kinderen onhoorbare (namelijk boven 1000 Hz) en onzichtbare (namelijk voor-achter bewegingen van de tong) kenmerken van de tweede formant van vocalen. Bovendien representeert de centrale vocaal een neutrale positie van de tong, en slechthorende kinderen zijn meer geneigd die niet te bewegen. Het was duidelijk dat de auditieve input door de inplant het de CI kinderen mogelijk maakte beter te differentiëren tussen verschillende vocaaltypes, aangezien er geen significante verschillen werden gevonden in proporties van de vocaaltypes tussen de CI kinderen en de NH kinderen.

Ook op intrasyllabisch niveau verschilden de SH kinderen sterk van de NH en CI kinderen: gedurende de hele onderzoeksperiode bleken de SH kinderen hun consonanten en vocalen puur ad random te combineren, m.a.w. ze vertoonden op geen enkel moment een significant hogere geobserveerde dan verwachte prevalentie. Deze bevinding kan opnieuw verklaard worden door het feit dat het verschijnen van significante CV combinaties een kenmerk is dat typisch geassocieerd wordt met brabbelen, en omdat vier van de vijf SH kinderen het brabbelstadium niet bereikten, demonstreerden ze deze patronen (nog?) niet. Zoals onze resultaten toonden, hadden ook onze NH en CI kinderen een aantal maanden 'brabbelervaring' nodig vooraleer duidelijke CV combinatievoorkeuren naar voor kwamen. Resultaten met betrekking tot het intersyllabische niveau waren niet beschikbaar, aangezien de prevalentie van CVCV sequenties in de SH data te klein was om te kunnen gebruiken voor analyse.

We kunnen besluiten dat de kwalitatieve aspecten van de prelexicale vocalisaties in onze groep van zeer jong geïmplanteerde CI kinderen meer geleken op die van horende kinderen dan op die van zwaar slechthorende kinderen met conventionele hoortoestellen (hoewel we voorzichtig moeten zijn met conclusies met betrekking tot de SH groep omwille van kleine data samples). Dit kan verklaard worden door het feit dat de CI kinderen, net als de NH kinderen, bestudeerd werden tijdens de brabbelfase, in tegenstelling tot de SH kinderen. Het leek ons redelijk te suggereren dat de inplant, indien gegeven tus-

sen 5 en 20 maanden oud, in staat was de noodzakelijke auditieve input te voorzien om te kunnen starten met brabbelen (in vergelijking met conventionele hoortoestellen) en om bijgevolg zo goed als normale brabbelkenmerken te vertonen. Omdat brabbelen een essentiële linguïstische stap is naar de productie van betekenisvolle woorden, suggereren deze resultaten dat deze CI kinderen zullen komen tot normale woordproductie. Dit moet echter nog onderzocht worden.

DANKWOORD

De auteurs danken Ina Peeters en Ineke Tyriard voor hun transcribeerwerk, en Gert Durieux en Joris Gillis voor het schrijven van scripts voor dataverificatie en data-analyse. Dit onderzoek werd mogelijk gemaakt door fondsen uitgereikt door het FWO Vlaanderen (G.0042.01 en G.0216.05), door de Koninklijke Academie voor Nederlandse Taal- en Letterkunde, en door een schenking van wijlen Mevr. Spruyt aan Universiteit Antwerpen.

REFERENTIES

- Clement, C. J. (2004). Development of vocalizations in deaf and normally hearing infants. Unpublished PhD Dissertation, University of Amsterdam, Amsterdam.
- Colletti, V., Carner, M., Miorelli, V., Guida, M., Colletti, L., & Fiorino, F. G. (2005). Cochlear implantation at under 12 months: report on 10 patients. *Laryngoscope*, 115, 445-449.
- Coussé, E., Gillis, S., Kloots, H., & Swerts, M. (2004). The influence of the labeller's regional background on phonetic transcriptions: implications for the evaluation of spoken language resources. Paper presented at the the 4th International Conference on Language Resources and Evaluation, Paris.
- Daemers, K., Yperman, M., De Beukelaer, C., De Saegher, G., De Ceulaer, G., & Govaerts, P. J. (2006). Normative data of the AŞE® discrimination and identification tests in preverbal children. *Cochlear Implants International*, 7(2), 107-116.
- Davis, B. L., & MacNeilage, P. F. (1995). The articulatory basis of babbling. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 1199-1211.
- Elbers, L. (1982). Operating principles in repetitive babbling: a cognitive continuity approach. *Cognition*, 12, 45-63.
- Ertmer, D. J., & Mellon, J. A. (2001). Beginning to talk at 20 months: early vocal development in a young

- cochlear implant recipient. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 44, 192-206.
- Ertmer, D. J., Young, N., Grohne, K., Mellon, J. A., Johnson, C., Corbett, K., et al. (2002). Vocal development in young children with cochlear implants: profiles and implications for intervention. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 33, 184-195.
- Govaerts, P., De Beukelaer, C., Daemers, K., De Ceulaer, G., Yperman, M., Somers, T., et al. (2002). Outcome of cochlear implantation at different ages from 0 to 6 years. *Otology & Neurotology*, 23(6), 885-890.
- Govaerts, P. J., Daemers, K., Yperman, M., De Beukelaer, C., De Saegher, G., & De Ceulaer, G. (2006). Auditory Speech Sound Evaluation (A\$E®): a new test to assess detection, discrimination and identification in hearing impairment. *Cochlear Implants International*, 7(2), 97-106.
- Hehar, S. S., Nikolopoulos, T. P., Gibbin, K. P., & O'Donoghue, G. M. (2002). Surgery and functional outcomes in deaf children receiving cochlear implants before age 2 years. *Archives of Otolaryngology, Head and Neck Surgery*, 128(1), 11-14.
- Kent, R. D., Osberger, M. J., Netsell, R., & Goldschmidt-Hustedde, C. (1987). Phonetic development in identical twins differing in auditory function. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52, 64-75.
- Kishon-Rabin, L., Taitelbaum-Swead, R., Ezrati-Vinacour, R., & Hildesheimer, M. (2005). Prelexical vocalization in normal hearing and hearing-impaired infants before and after cochlear implantation and its relation to early auditory skills. *Ear & Hearing*, 26, 17S-29S.
- Koopmans-van Beinum, F. J., Clement, C. J., & van den Dikkenberg-Pot, I. (2001). Babbling and the lack of auditory speech perception: a matter of coordination? *Developmental Science*, 4(1), 61-70.
- Koopmans-van Beinum, F. J., & van der Stelt, J. M. (1986). Early stages in the development of speech movements. In B. Lindblom & R. Zetterström (Eds.), *Precursors of early speech*. (pp. 37-50). New York: Stockton Press.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174.
- Locke, J. L. (1983). *Phonological acquisition and change*. New York: Academic Press.
- MacNeilage, P. F., & Davis, B. (1990). Acquisition of speech production: frames, then content. In M. Jeannerod (Ed.), *Attention and performance*. (Vol. 8, pp. 453-476). Hillsdale: Erlbaum.
- MacWhinney, B. (2000). *The CHILDES Project: tools for analyzing talk: transcription format and programs*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- McCaffrey, H. A., Davis, B., MacNeilage, P. F., & von Hapsburg, D. (1999). Multichannel cochlear implantation and the organization of early speech. *The Volta Review*, 101(1), 5-29.
- Mitchell, P. R., & Kent, R. D. (1990). Phonetic variation in multisyllable babbling. *Journal of Child Language*, 17, 247-265.
- Oller, D. K. (1986). Metaphonology and infant vocalizations. In B. Lindblom & R. Zetterström (Eds.), *Precursors of early speech*. (pp. 21-35). New York: Stockton Press.
- Oller, D. K., & Eilers, R. E. (1988). The role of audition in infant babbling. *Child Development*, 59, 441-449.
- Roug, L., Landberg, I., & Lundberg, L. J. (1989). Phonetic development in early infancy: a study of four Swedish children during the first eighteen months of life. *Journal of Child Language*, 16, 19-40.
- Rubinstein, J. T. (2002). Paediatric cochlear implantation: prosthetic hearing and language development. *Lancet*, 360(9331), 483-485.
- Schauwers, K. (2006). Early speech and language development in deaf children with a cochlear implant: a longitudinal investigation. Unpublished PhD dissertation, University of Antwerp, Antwerp.
- Schauwers, K., Gillis, S., Daemers, K., De Beukelaer, C., & Govaerts, P. J. (2004). Cochlear implantation between 5 and 20 months of age: the onset of babbling and the audiologic outcome. *Otology & Neurotology*, 25(3), 263-270.
- Schauwers, K., Gillis, S., & Govaerts, P. J. (in preparation). 'Nature', 'nurture' and prelexical babbling: the case of congenitally deaf children with a cochlear implant. *Journal of Child Language*.
- Smith, B. L., Brown-Sweeney, S., & Stoel-Gammon, C. (1989). A quantitative analysis of reduplicated and variegated babbling. *First Language*, 9, 175-190.
- Stark, R. E. (1986). Prespeech segmental feature development. In P. Fletcher & M. Garman (Eds.), *Language acquisition* (pp. 149-173). Cambridge: University Press.
- Stoel-Gammon, C. (1985). Phonetic inventories, 15 - 24 months: a longitudinal study. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28, 505-512.
- Stoel-Gammon, C., & Otomo, K. (1986). Babbling development of hearing-impaired and normally hearing subjects. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 51, 33-41.
- Vihman, M. M., Ferguson, C. A., & Elbert, M. (1986). Phonological development from babbling to speech: common tendencies and individual differences. *Applied Psycholinguistics*, 7, 3-40.
- Vihman, M. M., & McCune, L. (1994). When is a word a word? *Journal of Child Language*, 21, 517-542.
- Zink, I. (2005). De verwerving van de klankproductie tijdens de brabbelperiode bij vier Vlaamse kinderen. *Logopedie*, 18(4), 13-20.

CORRESPONDENTIEADRES

Karen Schauwers, De Oorgroep, Herentalsebaan 75, B-2100 Deurne, schauwers@eargroup.net